

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08069712  
(43) Date of publication of application: 12.03.1996  
(51) Int.Cl. H01B 3/00 H05K 1/03  
(21) Application number: 06203472  
(71) Applicant: KYOCERA CORP  
(22) Date of filing: 29.08.1994  
(72) Inventor: HARA MASATAKE  
SOROE KAZUNORI  
GOTO YASUHIRO  
SAKAI HISAMITSU

-----  
(54) RESIN-CERAMIC COMPOSITE MATERIAL AND WIRING BOARD  
FOR ELECTRONIC PARTS USING THE COMPOSITE MATERIAL

(57) Abstract:

PURPOSE: To generate a high dielectric constant and low dielectric tangent in a high frequency reange of giga-hertz band and also enhance the formability and dimensional accuracy by using a mixture of a dielectric ceramic and organic high polymer resin.

CONSTITUTION: A dielectric ceramic powder of BaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mn series having a high dielectric constant and low dielectric tangent (low tan  $\delta$ ) (high Q value) is mixed with an organic high polymer resin, and the resultant mixture is subjected to a shaping process. The dielectric tangent of the dielectric ceramic powder is improved to a great extent by adding Mn along with further enhancement of the dielectric constant, and also the dielectric constant dependency upon the temperature is lessened and also stabilized. Examples of the organic high polymer resin are epoxy, phenol, or silicon resin. Thereby a high dielectric constant over four and low dielectric tangent less than  $14 \times 10^{-4}$  are obtained in the giga-hertz band, and further an excellent shaping property and dimensional accuracy can be ensured.

**Concise Explanation**

A substrate is constructed by a prepreg comprising a resin and a BaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mn base ceramic powder.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 6 9 7 1 2

(43) 公開日 平成8年 (1996) 3月12日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B	3/00	A		
H 0 5 K	1/03	6 1 0 D	7511-4 E	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 2 0 3 4 7 2

(22) 出願日 平成6年 (1994) 8月29日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 原 真毅

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 揃 和紀

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 後藤 泰宏

滋賀県蒲生郡蒲生町川合10番地の1 京セラ株式会社滋賀工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂-セラミックス複合材及びこれを用いた電子部品用配線板

(57) 【要約】

【構成】 BaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mn系の誘電体セラミックスと有機高分子樹脂を混合してなる樹脂-セラミックス複合材を用いて電子部品用配線板を構成する。

【効果】 ギガヘルツ帯の高周波領域において高誘電率、低tanδ (高Q) 特性を有し、かつ優れた成形性、寸法精度を有する基板を得ることができ、その結果、電子機器、情報通信機器の小型化等への貢献は極めて大である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Mn}$  系の誘電体セラミックスと有機高分子樹脂を混合してなる樹脂-セラミックス複合材。

【請求項 2】  $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Mn}$  系の誘電体セラミックスと有機高分子樹脂を混合した樹脂-セラミックス複合材からなる電子部品用配線板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、特に高周波領域での使用に好適な樹脂-セラミックス複合材及びこれを用いた電子部品用配線板に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 情報通信の手法として無線通信があるが、INS（高度情報化社会）への移行とともに無線通信は使用周波数帯がますます高周波帯域に移行している。特に発展が期待されている衛星放送、衛星通信、又、携帯電話、自動車電話等の移動体通信にはギガヘルツ（GHz）帯の高周波が使用されている。

【0003】 そのため、これらの送受信機に使用される回路基板の材料は GHz 帯に於いて高周波伝送特性が優れた（誘電損失が小さい）ものでなければならない。

【0004】 ここで、誘電損失は周波数と基板の誘電率  $\epsilon_r$  と誘電正接（以下  $\tan \delta$  と記載する）の積に比例することより、誘電損失を小さくするためには基板の  $\tan \delta$  を小さくしなければならない。又、基板中では電磁波の波長が  $1/\sqrt{\epsilon_r}$  に短縮されるため、誘電率  $\epsilon_r$  が大きい程基板の小型化が可能である。

【0005】 以上のことから高周波領域で使用される小型の電子機器、情報機器に用いる回路基板としては、誘電率  $\epsilon_r$  が高く、かつ  $\tan \delta$  が小さい材料特性が要求されている。

【0006】 このような回路基板の材料としては、無機材料として誘電体セラミックス、有機材料としてフッ素樹脂等が用いられている。さらに、有機材料と無機材料の複合体として熱硬化性樹脂とチタン酸バリウム等の誘電体セラミックスを混合してなる複合基板も用いられている（例えば特開平 1-245053 号、特開平 4-307788 号公報等参照）。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記誘電体セラミックスからなる基板は、誘電率、 $\tan \delta$  の特性は優れているが寸法精度、加工性に難点があり、脆いため欠けや割れが生じやすいという問題点があった。

【0008】 他方、樹脂等の有機材料からなる基板は、成形性及び加工性に優れ  $\tan \delta$  も小さいという利点はあるが、誘電率が小さいという問題があった。

【0009】 このため、近年、両者の利点を有する基板を得るため、チタン酸バリウム等の誘電体セラミックス

を有機高分子樹脂と混合した複合基板が提案されている。しかしながら従来の複合基板は、誘電体セラミックスに比べ寸法精度、加工精度が改善され、また有機基板に比べ誘電率が改善されているものの、ギガヘルツ帯の高周波領域に於いて、誘電率は 3 程度と低く、 $\tan \delta$  は  $50 \times 10^{-4}$  程度と高く、いずれも不十分であった。

## 【0010】

【発明の目的】 そこで本発明は、ギガヘルツ帯の高周波領域に於いて、4 以上の高い誘電率と  $14 \times 10^{-4}$  以下の小さい  $\tan \delta$  を有するとともに、成形性及び加工性に優れ、小型機器への対応が容易な樹脂-セラミックス複合体を用いた電子部品用配線板を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記課題を解決するために、高誘電率、低  $\tan \delta$ （高 Q 値）の  $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Mn}$  系の誘電体セラミックス粉末と有機高分子樹脂を混合、成形して樹脂-セラミックス複合材を構成した。

【0012】 また、本発明は、上記樹脂-セラミックス複合材により電子部品用配線板を形成したものである。なお、本発明における電子部品用配線板とは、電子部品を搭載するための回路基板や多層基板、あるいは半導体素子を収納するための半導体パッケージ用基板等を意味する。

【0013】 ここで、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{Mn}$  系の誘電体セラミックス粉末とは、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3$  からなる系に Mn を添加することを特徴とする誘電体磁器組成物である。

【0014】 具体的には、組成式が  $x\text{BaO} \cdot y\text{Nd}_2\text{O}_3 \cdot z\text{TiO}_2 \cdot w\text{Bi}_2\text{O}_3$  式中

$$0.110 \leq x \leq 0.170$$

$$0.120 \leq y \leq 0.185$$

$$0.630 \leq z \leq 0.710$$

$$0.020 \leq w \leq 0.090$$

$$x + y + z + w = 1$$

で示される主成分に対し、Mn を 0.003 ~ 0.3 重量%の範囲で含有させたことを特徴とする誘電体磁器組成物である。

【0015】 そして、Mn を添加することによって  $\tan \delta$ （Q 値）を大幅に改善するとともに誘電率をも更に向上させ、しかも誘電率の温度依存性が小さく且つ安定するという効果を得ることができる。

【0016】 ここで、Mn 量を 0.003 ~ 0.3 重量%としたのは、0.003 重量%未満、あるいは 0.3 重量%を越えると  $\tan \delta$  が大きくなり、Mn 添加の効果が認められないためである。

【0017】 この誘電体セラミックスは、焼成温度 1200 ~ 1600℃ 程度での完全焼成を行うことが好まし

く、焼成後粉碎して粉末を作成する。この時の平均粒径は、 $3 \sim 125 \mu\text{m}$ が好ましい。これは、平均粒径が $125 \mu\text{m}$ より大きいと基板の表面が粗くなり回路形成が難しくなるためであり、逆に平均粒径が $3 \mu\text{m}$ より小さいと樹脂との混練性が低下するためである。そして、得られた誘電体セラミック粉末を有機高分子樹脂と混合すれば良い。

【0018】一方、有機高分子樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、ポリアミド樹脂、不飽和ポリエステル、ビスマレイド系ポリアミド樹脂(BT)、シアネート樹脂、熱硬化型ポリフェニレンエーテル(PPE)、ポリフェニレンオキサイド(PP0)等の熱硬化性樹脂とフッ素系樹脂、ポリオレフィン系ポリマー、アクリル樹脂、ポリアセタール樹脂等の熱可塑性樹脂があり、ポリエチレンフタレート(PBT)、ポリプロピレン(PP)、ポリカーボネート(PC)、ポリエチレン(PE)、ポリスチレン、ポリペプチド、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリフッ化ビニル、ポリアクリレート(PMMA)、ポリアミド(PA)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリスルホン(PSF)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリエチレンテレフタレート(PET)等を用いる。

【0019】また、誘電体セラミック粉末と有機高分子樹脂の混合重量比は、セラミック粉末 $10 \sim 95$ 重量%と有機高分子樹脂が $90 \sim 5$ 重量%とする。これは、誘電体セラミック粉末の混合比が $10$ 重量%未満であると基板としての寸法安定性に欠け、誘電体セラミックの特徴が発揮できずに誘電率が低くなるためである。逆に誘電体セラミック粉末の混合比が $95$ 重量%よりも多いと、有機高分子樹脂の特徴が発揮できずに成形加工性が低下し、 $\tan \delta$ が低くならないためである。さらに、以上の理由により好ましくはセラミック粉末 $50 \sim 85$ 重量%と有機高分子樹脂 $50 \sim 15$ 重量%の混合重量比が良い。

【0020】本発明の樹脂-セラミックス複合材の製造方法は、まず混練機、又は加熱2本ロール等を用いて有機高分子樹脂を溶融、軟化させ、これに誘電体セラミック粉末を少量ずつ加えながら加熱混練する。この後、例えば押出法、加熱プレス法、射出成形法、シートロール法等により板状に成形すれば回路基板とすることができる。

【0021】この基板に回路を形成する方法としては、回路となる金属層を基板に付着させる無電解メッキ、又\*

\*は無電解メッキと電解メッキの組み合わせを用いる。また、表面平滑性の良い金属箔を用いる場合は、高誘電率、低損失( $\tan \delta$ が低い)の接着剤で接着する方法が有効である。接着剤としてはフェノール樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性接着剤やビニル樹脂、アクリル樹脂等の熱可塑性接着剤がある。さらに、熱可塑性樹脂の場合、金属回路パターンを基板に加熱圧着、転写する方法も可能である。

【0022】

【作用】本発明によれば、ギガヘルツ(GHz)帯において、4以上の高誘電率、 $14 \times 10^{-4}$ 以下の低 $\tan \delta$ を有し、かつ優れた成形性、寸法精度を呈する樹脂-セラミック複合体を提供することができる。

【0023】

【実施例】

実施例1

有機高分子樹脂として、ポリオレフィン系ポリマーであるポリプロピレン( $\epsilon_r = 2.8$ ,  $\tan \delta = 1 \times 10^{-4}$ )をラボプラスミルにて $200^\circ\text{C}$ で加熱溶融させる。その後、誘電体セラミック粉末として、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 系にMnを $0.1\%$ 含有させた誘電体セラミック粉末( $\epsilon_r = 110$ ,  $\tan \delta = 4 \times 10^{-4}$ , 平均粒径 $125 \mu\text{m}$ )を少量ずつ添加しながら混練してポリオレフィン系ポリマーと誘電体セラミック粉末の混合物を作成した。更に混合物を $200^\circ\text{C}$ で熱間プレス成形し、厚さ $2\text{mm}$ で $36\text{mm} \times 59\text{mm}$ の基板を作成した。

【0024】なお、混合比率は全体重量に対してポリオレフィン系ポリマーが $4.7$ 重量%、 $13.0$ 重量%、 $23.0$ 重量%とした。

【0025】それぞれの基板について、空洞共振器法により誘電率 $\epsilon_r$ 、 $\tan \delta$ 、損失Qを測定した。結果は表1に示す通りである。

【0026】この結果より、樹脂混合比率を $13.0$ 重量%、 $23.0$ 重量%としたものは、ギガヘルツ帯に於いて4以上の高誘電率、 $14 \times 10^{-4}$ 以下の低 $\tan \delta$ を有しており、従来の複合基板に比べて優れた特性を有している。

【0027】一方、樹脂混合比率を $4.7$ 重量%としたものは、樹脂量が少ないため $\tan \delta$ が低くならなかった。

【0028】

【表1】

樹脂 混合比	周波数 (GHz)	誘電率 $\epsilon_r$	$\tan \delta$ ( $1 \times 10^{-4}$ )	損失Q ( $1/\tan \delta$ )
4.7%	3	14.6	15.2	658
13.0%	7.6	12.1	12.8	780
23.0%	10	7.3	12.1	823

## 【0029】実施例2

実施例1と同様にしてポリオレフィン系ポリマーの混合比率を15重量%、30重量%、50重量%、70重量%、90重量%の基板を作成した。又、比較例としてポリオレフィン系ポリマー100重量%の基板を作成した。それぞれ、実施例1とは異なる周波数で測定した結果は、表2、表3に示す通りである。

【0030】この結果より、樹脂混合比率を30重量%

\*%、50重量%としたものは、ギガヘルツ帯において4以上の高誘電率、 $1.4 \times 10^{-4}$ 以下の低 $\tan \delta$ を達成していることがわかる。

【0031】一方樹脂混合比率を15重量%としたものは $\tan \delta$ が低くならず、また混合樹脂混合比率が70重量%以上では高い誘電率のものとはならなかった。

【0032】

【表2】

樹脂混合比	周波数 (GHz)	誘電率 $\epsilon_r$	$\tan \delta$ ( $1 \times 10^{-4}$ )	損失Q ( $1/\tan \delta$ )
15%	7.2	13.9	18.8	533
30%	8.9	7.28	8.78	1139
50%	10.2	4.19	8.35	1198
70%	10.7	3.09	8.15	1227
90%	11.0	2.52	11.8	847
100%	11.1	2.20	7.57	1342

【0033】

※20※【表3】

樹脂混合比	周波数 (GHz)	誘電率 $\epsilon_r$	$\tan \delta$ ( $1 \times 10^{-4}$ )	損失Q ( $1/\tan \delta$ )
15%	3.1	13.9	19.1	520
30%	3.2	7.2	8.2	1220
50%	3.2	4.2	7.8	1280
70%	3.2	3.1	8.0	1250
90%	3.2	2.5	1.6	860
100%	3.2	2.2	7.5	1330

## 【0034】実施例3

実施例1、2の誘電体セラミック粉末の組成を調整し、Mnを0.1%添加して誘電率 $\epsilon_r = 89$ 、 $\tan \delta = 2.13 \times 10^{-4}$ に変更し、樹脂混合比率30重量%の基板を作成した。この基板についての測定結果を表4に示す。

【0035】この実施例についても、ギガヘルツ帯に於いて4以上の高誘電率、 $1.4 \times 10^{-4}$ 以下の低 $\tan \delta$ を有しており、本発明の目的を達成できることがわかる。

【0036】ただし、実施例2の樹脂混合比率30重量%

★%の例と比較すれば明らかなように、誘電体セラミック粉末の誘電率、 $\tan \delta$ が低くなると基板の誘電率、 $\tan \delta$ も低くなることがわかる。

【0037】又、実施例2の樹脂混合比と誘電率、 $\tan \delta$ の関係からすれば、実施例3の組成において樹脂混合比率を15重量%としたものは、ギガヘルツ帯において4以上の高誘電率、 $1.4 \times 10^{-4}$ 以下の低 $\tan \delta$ を達成できると推測できる。

【0038】

【表4】

樹脂混合比	周波数 (GHz)	誘電率 $\epsilon_r$	$\tan \delta$ ( $1 \times 10^{-4}$ )	損失Q ( $1/\tan \delta$ )
30%	3.4	6.37	6.0	1687

【0039】また、以上の実施例では有機高分子樹脂としてポリオレフィン系ポリマーを用いたが、他の樹脂を用いても同様の結果であった。

【0040】比較例

次に、比較例として、 $\text{BaO}-\text{Nd}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2-\text{Bi}_2\text{O}_3$ のみでMnを含まない誘電体セラミック粉末( $\epsilon_r = 105$ 、 $\tan \delta = 3 \times 10^{-4}/1\text{MHz}$ )を

用いて、実施例2と同様にポリオレフィンと混合して基

板を作成した。測定結果は表5に示す通りである。

【0041】この結果より、Mnを含まないBaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のみの誘電体セラミック粉末を用いた複合基板は、ギガヘルツ帯において誘電率4以上、tanδ14×10<sup>-4</sup>以下を達成することができなかった。

【0042】本発明実施例である表3の結果と比較する\*

樹脂 混合比	周波数 (GHz)	誘電率ε <sub>r</sub>	tanδ (1×10 <sup>-4</sup> )	損失Q (1/tanδ)
15%	3.2	3.5	50	200
30%	3.2	2.5	22	454
50%	3.2	2.0	21	476
70%	3.2	1.8	20	500
90%	3.2	1.5	24	416

【0044】なお、以上の実施例では電子部品用配線板として回路基板の例のみを述べたが、この他に多層基板や半導体素子収納パッケージ用基板等として用いることもできる。

【0045】また、本発明の樹脂-セラミックス複合材は電子部品用配線板以外にもさまざまな用途に好適に利用することができる。例えば、携帯電話等の各種電子機器におけるケースを本発明の樹脂-セラミックス複合材で形成することもでき、この場合ケースを回路基板と兼用させれば、より小型化が可能となる。

※

\*と、例えば樹脂混合比が30%の場合、表5の比較例では誘電率が2.5、tanδが22×10<sup>-4</sup>であるのに対し、表3の本発明実施例では誘電率が7.2、tanδが8.2×10<sup>-4</sup>と両者の差は顕著であり、特に本発明実施例はtanδを小さくできることがわかる。

【0043】

【表5】

※【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、BaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Mn系の誘電体セラミックスと有機高分子樹脂を混合して樹脂-セラミックス複合材を構成したことによって、この複合体を用いて電子部品用配線板を形成すれば、ギガヘルツ帯の高周波領域において高誘電率、低tanδ（高Q）特性を有し、かつ優れた成形性、寸法精度を有する配線板を得ることができる。その結果、電子機器、情報通信機器の小型化等への貢献は極めて大である。

フロントページの続き

(72) 発明者 酒井 久満  
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地  
の22 京セラ株式会社内